

山口県文書館所蔵絵図に使用された色料についての科学的調査

杉本史子・早川泰弘・吉田直人
村岡ゆかり・小野寺淳

はじめに

絵図をめぐるコンテキスト回復は、描写内容をめぐる状況の復元にとどまらない。絵図をその当時の人々による造形物—モノとして捉えた時、絵図をめぐるもう一つのコンテキストが浮かび上がってくる。目の前にある絵図は、どのような材料入手が可能な条件下で、どのようなランクの造形物として作成されたのだろうか。人々は、どのような材料を選びとり、どのような仕様でそれを作成したのだろうか。すべての人々を平等だと捉える今日とは異なり、江戸時代は、身分によって社会が編成されており、誰のための造形物かによって、作り出される造形物も固有の材料・仕様を持たされていた。モノとしての姿・かたちは、個々の絵図の、社会の中に占めていた位置と無関係ではありえない。いわば、モノにも身分があったのだ⁽¹⁾。

造形物としての絵図の主要な材料は、紙と絵の具である。このうち紙は、近世以前から日本列島各地で生産が進んでいた。一方、絵の具の一部は人造の彩色材料が開発されていたが、主要には鉱物や動植物由来のものが使用されていた。これら彩色材料は、列島外からの輸入に頼っているものも多かった。現在わたしたちがよく目にする、道を赤色に、川や海を青色に、山や樹木を緑色に、そして国絵図であれば、多数の郡を色分けで表示する、彩色豊かな近世絵図は、このような条件のもとで作成されたのである。

科学研究費補助金・基盤（A）「地図史科学の構築—前近代地図データ集積・公開のために—」（課題番号18202015、2006–2008年度）・後継科研・基盤（A）「「地図史科学の構築」の新展開—科学的調査・復元研究・データベース—」（課題番号21242018、2009–2011年度）では、萩藩主毛利家文書等を収蔵する山口県文書館所蔵絵図を対象とし、近年国宝を含む美術品調査に顕著な成果をあげている彩色材料についての科学的調査を、初めて絵図に実施した⁽²⁾。

以下、1から5において科学的調査の結果を記述する（早川泰弘・吉田直人）。これらの成果に基づき、小野寺淳・村岡ゆかりが6において成果をまとめた。なお、各絵図群と科学的調査対象図の性格については、「山口県文書館所蔵絵図群の伝来と特質」を参照されたい。

（杉本史子）

1. 絵図に対する科学的調査実施の意味

江戸時代に作成された絵図は、これまで歴史や地理学などの研究資料として位置づけられることが多かったが、彩色文化財としても一級品の価値があり、当時の絵画材料や技法を理解する上

で貴重な資料群である。ある時代に用いられていた彩色材料や技法を美術史的な観点から研究しようとしたとき、大きな課題となるのが作品の作成時期や作成場所を正確に特定できるケースが少ないことである。これに対して、江戸時代に全国で作成された絵図は、その作成に関する記録が残っていることも多く、作成時期や作成地を特定しやすい資料である。資料数も膨大であり、時代間あるいは地域間での材料の違いを比較検討することも可能である。

近年、文化財の世界では、絵画をはじめとした多くの資料について、その彩色材料に関する調査が広く行われるようになってきた。国内の研究に限っても、古墳壁画⁽³⁾⁽⁴⁾や正倉院宝物⁽⁵⁾⁽⁶⁾、あるいは奈良時代の麻布画⁽⁷⁾⁽⁸⁾や平安時代の絵巻物⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾、さらには江戸時代の屏風絵⁽¹¹⁾⁽¹²⁾や浮世絵⁽¹³⁾まで数多くの調査結果が報告されている。その背景には、ここ10～20年の間で調査技術が著しく進歩したことが挙げられる。わが国では文化財の調査を目的として試料採取が行われることはほとんどなく、何らかの調査を行う場合、非破壊・非接触な手法に限られるのが一般的である。このため文化財の調査には可視光線や赤外線・紫外線、あるいはX線・γ線といった電磁波がプローブとして用いられることが多い。1990年代初めから、これらのプローブを用いた機器の小型化・軽量化が進み、可搬型の機器も次々と開発されるようになった⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾。可搬型機器の開発によって、それまでは分析室や測定室まで運び込まなければ実施できなかった調査が、博物館や美術館の中で行うことが可能となり、大きな絵画や複雑な形状の彫刻などについても調査ができるようになった。

しかし、江戸時代の絵図は、大きなものでは一片が5 mを超えるものも珍しくなく、通常は平置きで使用することを前提として作成されている。これほど大きな平置き作品の調査を行うことは、可搬型の調査機器をもってしても決して容易なことではない。これまで、江戸時代の絵図に対して、その材質や彩色材料に関する調査がほとんど行われてこなかったのは、その大きさが理由の一つであったことも事実であろう。これらの困難を克服し、いくつかの可搬型機器を用いて山口県文書館所蔵の絵図資料の彩色材料調査を試みた。本稿ではその調査によって得られた成果の概要を報告する。

2. 日本画の彩色材料

日本画に使われる彩色材料は、無機化合物を主体とする顔料と、有機化合物主体の染料に大別して考えることができる。顔料は鉱石などの固体を細かく粉碎したもので、通常は水には溶けない。そのため、彩色材料として用いるには、油や膠といったいわゆる展色剤に混ぜて使う必要がある。一方、染料は植物の茎や根から煮出したものや、動物の体液などを採取したものを原料とし、水溶性のものが多い。染料分子は、複数のベンゼン環を含む化学構造となっていることが特徴であり、この構造が発色に深く関与している⁽¹⁶⁾。染料は、同じ有機化合物を材料とする繊維や紙と化学結合しやすく、染織品や染紙などに広く使用される。染織品では、染色の過程で鉄や明礬、木灰を併用して媒染を行うことも多い。媒染には、繊維と染料分子の結合力を強める効果の他に、染料の色を変化させる作用がある⁽¹⁷⁾。染料を絵画の彩色に用いる場合、紙などの支持体を直接染めるだけでなく、水酸化アルミニウムなど無機化合物の粉末に結合させることにより顔料化したうえで、展色剤に混ぜて彩色することもある。

日本国内に限らず世界中で、古来から顔料も染料も使われているが、ともに人工的な材料が生

〈20〉 山口県文書館所蔵絵図に使用された色料についての科学的調査(杉本・早川・吉田・村岡・小野寺)

産される以前に使われていた材料は、顔料も染料もその種類は決して多くないと考えられている。日本では18～19世紀頃に輸入絵具（顔料）が出まわりだし、19世紀中頃以降は、人工的に顔料や染料の製造が行われるようになる。しかし、それ以前にわが国で使われていた彩色材料は、その多くが天然に存在する鉱石や動植物を原料とするものばかりであり、そのほとんどは奈良時代には既に使用されていたと考えられている⁽¹⁸⁾。その代表的な彩色材料を色別に記したものを表1に示す。

白色材料としては、無機顔料である白土、鉛白、胡粉の3種類がよく知られている。白土は天然の粘土質土壌を原料とした土性顔料であり、主成分はカオリン ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) と呼ばれる鉱物であるが、石英などの夾雑物を含むことがある。鉛白は塩基性炭酸鉛 ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) が主成分で、粒度が細かく、被覆力が大きい材料である。奈良時代には既に使われており、江戸時代にも存在していたことは確認されているが、絵画の白色顔料としての使用例は少ない。江戸時代の絵画に使われている白色材料は、ほとんどの場合、胡粉である。胡粉の材料は貝殻（牡蠣殻）を粉碎・精製したものであり、その主成分は炭酸カルシウム (CaCO_3) である。白色材料としての貝殻胡粉の存在は奈良時代あるいはそれ以前にまでさかのぼる可能性が指摘されているが、絵画の白色顔料の主流になるのは室町時代以降であると考えられている⁽¹⁸⁾。

表1 日本絵画に使われる代表的な彩色材料

| 色 | 材料名 |
|-------|---|
| 白 | 顔料 白土 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) |
| | 鉛白 ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) |
| | 胡粉 (CaCO_3) |
| 赤 (橙) | 顔料 ベンガラ (Fe_2O_3) |
| | 辰砂 (HgS) |
| | 鉛丹 (Pb_3O_4) |
| | 染料 茜 |
| | 麝脂 |
| | 蘇芳 紅花 |
| 黄 | 顔料 黄土 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) |
| | 密陀僧 (PbO) |
| | 石黄 (As_2S_3) |
| | 染料 鬱金 |
| | 刈安 |
| | 黄蘗 |
| | 梔子 藤黄 柿渋 (茶) |
| 緑 | 顔料 緑青 ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$) |
| 青 | 顔料 群青 ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$) |
| | 染料 藍 |

赤色材料については、無機顔料としてはベンガラ、辰砂、鉛丹の3種類がよく知られている。ベンガラは酸化第二鉄 (Fe_2O_3) を主成分とするものであり、その純度や結晶形態の違いによって赤色から茶色までさまざまな色調を呈する。辰砂は硫化水銀 (HgS) を主成分とし、古くは鉱物（辰砂鉱）を原料としていた。現在、朱と呼ばれている赤色顔料も主成分は硫化水銀であるが、これは水銀と硫黄から人工的に合成して作られたものを指す場合が多い。鉛丹はやや橙色の色調をおびた赤色を呈している場合が多く、その主成分は四酸化三鉛 (Pb_3O_4) である。ベンガラ、

辰砂、鉛丹ともに、奈良時代の作品に使われていたことが報告されており⁽¹⁹⁾、江戸時代の絵画にも広く使われている。赤色の有機染料としては茜、ラック、蘇芳、紅花など、さらには紫色系の材料として紫根なども知られている。このうち、ラックのみが動物性（ラック虫から抽出した色素）であり、それ以外は植物からの抽出液である。染織品に用いる場合、紅花を除いては、媒染によって色調をコントロールすることが多い⁽¹⁷⁾⁽²⁰⁾。

黄色材料については、無機顔料としては黄土、密陀僧、石黄の3種類が知られている。黄土は天然の粘土質土壌を原料とした土性顔料であり、主成分は含水酸化鉄 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) と呼ばれる鉱物である。白土同様、主成分以外の夾雑物を含むことが多い。密陀僧は一酸化鉛 (PbO) を主成分とするものであり、顔料の中では変色しやすいものの一つである。石黄は三硫化二ヒ素 (As_2S_3) を主成分とするもので、中国では雌黄と呼ばれていた顔料である。黄土、石黄は江戸時代の絵画によく使われているが、密陀僧が使われている絵画作品の報告は少ない。有機染料としては鬱金、刈安、黄蘗、梔子、藤黄（ガンボージ）などが使われ、さらに茶色系材料として柿渋や矢車なども知られている。藤黄は、海藤樹と呼ばれる東南アジアに分布する樹木から採取した樹脂液を用いたものである。その他は、植物から抽出した色素を用いたものである。

緑色の顔料としては孔雀石を原料とする緑青 ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$) が、青色顔料としては藍銅鉱を原料とする群青 ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$) がよく知られている。これらの顔料は粒度によってその色調が大きく変化し、さらに熱を加えることで黒色に近い色調まで作り出すことができる。両顔料ともに、古くは高松塚古墳壁画や正倉院宝物などに見出されており、現在に至るまで脈々と使われ続けている。青色の有機染料としては藍がよく知られているが、緑色を着色できる単独の染料はあまり知られていない。藍を黄色系材料と併用することにより緑色を着色している場合が多いと考えられている。例えば、江戸時代中後期の漆器に用いられている緑色漆に、藍と黄色顔料である石黄が用いられているものが存在していることが北野信彦らによって報告されている⁽²¹⁾⁽²²⁾。

この他にも、無機物質を原料とする彩色材料として、金銀箔あるいは金銀泥なども広く使われている。

3. 調査手法

現在、絵画や彫刻の彩色材料の調査には多くの分析化学的手法が適用されているが、一つの手法で顔料も染料も特定できる手法は残念ながら存在していない。文化財の彩色材料調査において最もよく使われている方法は、無機顔料の調査については蛍光X線分析法、有機染料の調査については反射分光分析法である。絵図資料の調査においても、これらの方法を適用した。以下にそれぞれの分析方法の特徴を記す。

1) 顔料の調査—蛍光X線分析法

蛍光X線分析法は元素分析の中心的手法として広く使われている方法であり、原理的にはLi（リチウム原子番号Z=3）より重い元素の測定が可能である。しかし、大気中の測定ではN（窒素、原子番号Z=7）やO（酸素、Z=8）の影響で、軽元素をほとんど検出することができず、信頼に足る分析を行うことができるのは原子番号Z=19のK（カリウム）より重い元素に限られる。すなわち、有機染料の主構成元素であるH（水素、Z=1）、C（炭素、Z=6）、N、Oなどに

についてはまったく分析することができず、染料に関する情報を得ることは不可能である。

絵図資料の彩色材料調査に使用したのは、全重量が約 2 kg の小型可搬型機器であり (EDAX (株) XT-35)、小型の Li イオンバッテリーだけで約 8 時間の連続作動が可能である。直径 5 mm に絞り込んだ X 線を装置先端から発射し、資料の所定の位置に照射する。X 線が当たった箇所では、そこに存在している元素と X 線との相互作用が生じ、元素に応じた二次的な X 線 (蛍光 X 線) が発生する。これを検出することで、その部分の元素の種類と存在量を非破壊・非接触で求める調査手法である (写真 1)。



写真 1 可搬型蛍光 X 線分析装置

絵図資料の測定条件

X 線管球: Re (レニウム)

管電圧・管電流: 35kV・8 μ A

X 線照射径: ϕ 5mm

測定時間: 1 ポイント約 200 秒

装置先端から資料までの距離: 約 10mm



写真 2 可搬型分光光度計

絵図資料の測定条件

測定波長: 360~800nm (波長分解能 1.25nm)

測定時間: 150 ミリ秒 (20 回繰り返し測定) の平均値

照射距離: 約 1 cm

照射径: 約 3 mm

白色校正: セラミック製標準白色板を使用

2) 染料の調査—反射分光分析法

蛍光 X 線分析法では分析できない染料については、反射分光分析法が同定のための情報を得る手段の一つである。この方法は、測定部位に可視白色光をプローブ光として照射し、その反射光の波長ごとの反射率をプロットした反射スペクトルから染料の種類を推定するものである⁽²³⁾⁽²⁴⁾。

絵図資料の調査で使用したのは、同軸光ファイバー送受光型超高感度分光光度計 ((株) 大塚電子 MCPD-7000) である。この装置は、プローブ光源からの照射と反射光の検出を同軸光ファイバーを介して行うものであり、資料に接触することなく、ごく短時間で反射スペクトルの測定ができる (写真 2)。

4. 絵図の調査結果

山口県文書館が所蔵する絵図資料の彩色材料調査結果について、国絵図、地下上申絵図、御国廻御行程記に分けて、その特徴を以下に概説する。

1) 国絵図

山口県文書館所蔵の「毛利家文庫目録」、「防長両国大絵図」(毛利家文庫 58 絵図 238-1、以下



写真3 科学的調査風景

「正保238図」と記す)と「御両国絵図」(毛利家文庫58絵図244-1。以下「天保244図」と記す)の2資料について調査を行った。使われている彩色材料を色別に整理した結果を表2に示す。両国絵図では彩色材料の使い方に少なからず違いがあるような結果が得られた。表2に示した色の分類に沿って、調査結果の概要と推定される色料を述べる。

白色については、両図ともに白色だけの着色が行われている箇所はほとんど見出されない。「正保238図」には11種の村形凡例が描かれており、楕円内部が白色に塗られているように見える部分も存在している。しかし、それらを蛍光X線分析で調査してみてもいかなる元素も検出することができず、彩色材料はまったく存在せず、紙地そのままの状態で行われていることがわかった。では、白色材料がまったく使われていないのかというとそうではなく、赤、黄、青色などの着色部分において、蛍光X線分析でCaが検出された。Ca系白色顔料を他の彩色材料と混ぜて使い(具として使い)、色調をわずかに淡くしていることがわかる。これに対し、「天保244図」ではCaが検出された箇所は1箇所もなく、白色顔料はまったく使用されていないと判断できる。

赤色についても両絵図の間には材料の違いが認められた。「正保238図」では道や海路の赤色、木の幹の赤茶色、あるいは村形の暗赤色や桃色など赤色系の着色部分がいくつか確認できる。蛍光X線分析では、道や海路に使われている赤色部分からはHgと少量のPbが、また暗赤色や桃色部分からはHg、Pb、Caの3元素が検出される結果が得られた。HgはHg系赤色顔料の辰砂に由来するもの、PbはPb系赤(橙)色顔料の鉛丹、CaはCa系白色顔料の胡粉に由来するものと考えられ、これらの3種の材料の混合比率の違いによって異なる色調の赤色が描き出されていることが推測される。一方、「天保244図」では「正保238図」と同じように道や航路に赤色が使われ、道の周辺や橋が薄赤色で着色されているが、これらの箇所から検出されたのは主としてHgだけであった。PbやCaが検出された箇所は1箇所もなく、赤色材料としてはHg系赤色顔料だけが使われていると判断できる。絵図の中で見出された無機顔料はこのHg系赤色顔料だけであり、他の色料についてはほとんどが染料による着色である。

表2 山口県文書館所蔵絵図資料の彩色材料調査結果

| 資料 | 資料番号 | 資料名 | 白 | 赤 | 橙 | 茶 | 黄 | 緑 | 青 |
|---------|--------|-----------------|----------|------------------|-------------|---------|---------|---------------|---|
| 国絵図 | 238 | 防長両国大絵図 | 顔料 染料 | Ca系 Hg系(+Pb系) | | | 鬱金または藤黄 | Cu系 藍+黄色染料 | 藍 |
| | 244 | 御両国絵図 | 顔料 染料 | | Hg系 | | 鬱金または藤黄 | 藍+黄色染料 | 藍 |
| 地下上申絵図 | 417 | 佐波郡徳地宰判高瀬村地下図 | 顔料 染料 | | Pb系 | | 鬱金または藤黄 | | ○ |
| | 523 | 吉敷郡山口宰判恒富村清図 | 顔料 染料 | Ca系 | Hg系 | | 鬱金または藤黄 | Cu系 藍+黄色染料 | 藍 |
| | 872 | 阿武郡当島宰判椿東分清図 | 顔料 染料 | | Hg系 赤色染料 | | ○ | Cu(As)系/Cu系 | ○ |
| | 995 | 阿武郡奥阿武宰判下田万村地下図 | 顔料 染料 | | Hg系 | | | | |
| | 996 | 阿武郡奥阿武宰判下田村清図 | 顔料 染料 | Ca系 | Hg系 | | 鬱金または藤黄 | Cu(As)系 | 藍 |
| | 1071 | 玖珂郡岩国領藤谷村地下図 | 顔料 染料 | Ca系 | ○ | Hg系 | | | ○ |
| | 1212 | 豊浦郡長府領八道村地下図 | 顔料 染料 | | Hg系 | Pb系 Fe系 | △ | 藍+黄色染料 | 藍 |
| 御国廻御行程記 | 57-7-1 | | 顔料 染料 | Ca系 | Hg系 | Hg系 Hg系 | | Cu系 | 藍 |

○は、その色が使われているが測定せず

△は、測定を行ったが、材料の判断不可

黄色については、両絵図で使われている材料に違いは認められなかった。蛍光X線分析では、微量のFeが検出される以外は、特徴的な元素は検出されず、反射分光分析からは、染料の鬱金または藤黄が使われている可能性が示唆された。ただし、蛍光X線分析で微量のFeが検出されていることから、黄土の可能性も完全には否定できない。

緑色については、両絵図で木や山の表現に使われ、「正保238図」では村形にも使われている。「正保238図」では2種類の緑色材料が使い分けられていることが確認された。一つは木や村形に使われている材料で、蛍光X線分析でCuが大量に検出されることから、Cu系緑色顔料の緑青が使われていると考えられる。そしてもう一つは、山の薄緑色の表現に使われている材料であり、ここからはCuはまったく検出されなかった。この部分を拡大観察したところ、青色と黄色の材料が混在していることが確認された。青色材料は粉末状であり、反射分光分析ではインディゴ系染料の存在を示唆するスペクトルが得られたことから、藍と黄色染料を使って緑色の彩色を行っていると考えられた。一方、「天保244図」では緑色部分でCuが検出された箇所はなく、顔料はまったく使われていないと判断できる。「正保238図」と同様、藍と黄色染料による混色であると考えられる。

青色については、山や川、海の表現に使われている。両絵図の中には暗青色や薄青色など何種類かの青色の色調を確認することができるが、いずれの箇所からも蛍光X線分析では特徴的な元素は全く検出されなかった。材料としては有機染料が使われていると判断できる。反射分光分析によると、藍の存在が強く示唆された。ただし、「正保238図」の村形の青色部分からは蛍光X線分析でCaが検出されているのに対し、海や川からはCaがほとんど検出されていない。Caは胡粉に由来していると考えられ、染料による着色であっても、胡粉をひいた上に彩色する方法と、紙地に直接彩色をする方法が使い分けられていることがわかる。

黒色については、一里山や国境の表現に使われているが、蛍光X線分析ではここからも特徴的な元素は全く検出されなかった。材料としては墨が使われていると推測される。

2) 地下上申絵図

地下上申絵図の中から、「佐波郡徳地宰判高瀬村地下図」(県庁伝来旧藩記録 地下上申絵図417)、「吉敷郡山口宰判恒富村清図」(同523)、「阿武郡当島宰判椿東分清図(副)」(同872)、「阿武郡奥阿武宰判下田万村地下図」(同995)、「阿武郡奥阿武宰判下田万村清図」(同996)、「玖珂郡岩国領藤谷村地下図」(同1071)、「豊浦郡長府領八道村地下図」(同1212)の7資料を調査した。使用されている彩色材料の多くは、上記の1) 国絵図で説明した材料と同じものと判断できるが、いくつかの資料で特徴的な使われ方が見出された。以下に、その特徴的な部分に限り説明する。

まず、赤色材料については、地下上申絵図についても赤色材料の中心はHg系顔料(辰砂)である。しかし、No.872については薄赤色で着色されている道部分について、蛍光X線分析でHgはまったく検出されず、赤色の染料が使われている可能性が見出された。今回の調査で赤色染料の可能性が見つかったのはこの資料のこの部分だけである。また、No.417では川船の航路を示す赤線からHgが検出されず、Pbが検出される結果が得られた。さらに、No.1212では橙色の一里山や寺の部分からPbが大量に検出された。これらのPbはPb系赤色顔料(鉛丹)に由来するものであると考えられる。上述の1) 国絵図の中でも赤色部分でPb系赤色顔料(鉛丹)が使われている結果は得られているが、必ずHg系赤色顔料(辰砂)との併用として使われていた。今回の調査で、Pb系赤色顔料(鉛丹)が単独で使われている部分が見つかったのは、この2例だけである。

また、茶色材料としてはNo.1212の道部分について、蛍光X線分析でFe系材料が見出された。今回の調査では、茶色の着色が行われている絵図は少なく、この結果が材料的に特徴があるのかどうかすら判断できないが、今回の蛍光X線分析においてFe系顔料の存在を示唆する結果が得られたのは、この部分だけである。反射分光分析も実施したが、スペクトルからは特徴的な結果は見いだせず、この方法からは茶色材料の推定はできなかった。

さらに、緑色材料について見出された特徴的な材料を述べる。No.872の山の表現に使われている濃緑色、あるいはNo.996の山裾や家の表現に使われている薄緑色部分からは、蛍光X線分析でCuと少量のAsが検出された。他の作品の中で見出された緑色顔料は、前述したように、Cuだけが検出される緑青である。これまでに行われてきた絵画や彫刻の彩色材料調査において、Cuを主成分とするものの、緑青とは化学的構造を異にし、少量のAsを含む緑色顔料が見ついている⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾。孔雀石(Malachite、緑青の原料)の近くで採掘されるAdamite: $(\text{Zn,Cu})_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})$ やPhilipsburgite: $(\text{Cu,Zn})_6(\text{AsO}_4, \text{PO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、あるいはRosasite: $(\text{CuZn})_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ という化合物であることが報告されている。江戸時代18世紀中頃に鍋島藩で購入された記録の残る顔料資料の中に見出されており、尾形光琳の紅白梅図屏風⁽¹¹⁾や伊藤若冲の動植綵絵⁽²⁷⁾などからも見つかっている。今回、絵図資料からもCuとAsを含む緑色顔料が見出されたという事実は、同時代の絵画との関連性を考える上でも大変重要な結果である。

3) 御国廻御行程記

「御国廻御行程記」(毛利家文庫30地誌57-7-1)の資料を調査した。使われている彩色材料は、上記の1) 国絵図で説明したものとほぼ同じであると判断できるが、Hg系赤色材料の使い方に特徴が認められる。赤色の屋根、茶色の屋根からは蛍光X線分析でHgだけが顕著に検出され、

橙色の塚の部分からは Hg と Ca が検出された。Ca 系白色顔料との併用を行っているものの、赤色の着色は Hg 系材料単独によるものであると判断できる。国絵図では Hg 系赤色材料と Pb 系赤色材料を併用することによって赤色のバリエーションを表現していたのとは対照的である。

5. 小括

以上、山口県文書館が所蔵する絵図資料の彩色材料に関する調査結果の概要をまとめた。これまで、絵画や彫刻の彩色材料に関する科学的調査は多数行われ、その結果も報告されているが、絵図資料を対象とした調査はほとんど行われていない。しかし、絵図資料は作成時期や作成地を正確に特定できる場合が多く、時代間あるいは地域間での材料の違いを比較したり、同時代の絵画や彫刻作品との使用顔料の相違を検討することで、さまざまな特徴が見えてくる可能性がある。本文中でも触れたように、今回の調査では無機顔料を調査するために蛍光 X 線分析を適用し、有機染料に関する情報を得るために反射分光分析法を採用した。さらに、彩色材料の同定にあたっては、顕微鏡観察による拡大画像を併用することも行った。しかし、これらの情報を総合しても、彩色材料の特定に至らない場合も多いのも事実である。

これまでに調査した絵図資料はまだ少なく、本研究は緒に就いたばかりである。今後、より多くの資料の調査を行い、データを蓄積することで絵図資料が持つさまざまな特徴が顕在化されることが期待される。

(早川泰弘・吉田直人 東京文化財研究所保存修復科学センター)

6. むすびにかえて

山口県文書館所蔵文書における代表的な絵図である正保と天保の国絵図、「地下上申絵図」、ならびに「御国廻御行程記」を対象に、色料の科学的調査を実施した。この結果、肉眼では判別が困難であった以下の点が明らかになった。

① 正保国絵図の控と天保懸紙修正図における色料のグレードの違い

調査研究報告 I で示されたように、「正保238図」は萩藩が作成し、慶安 2 (1649) 年に幕府へ提出された正保国絵図の控、「天保244図」は毛利藩が懸紙修正図として天保 6 (1835) 年に幕府勘定所へ提出した天保国絵図の控と考えられる。「正保238図」に描かれた航路や道の朱線は、肉眼では 1 種類の色料と見えるが、科学的調査では Hg 系の辰砂、Pb 系の鉛丹、Ca 系の胡粉由来する 3 種類が混合されていることが明らかになった。一方、「天保244図」の航路や道の朱線は Hg 系の辰砂のみが検出された。この他、「天保244図」は顔料をまったく用いておらず、「正保238図」では緑色に緑青を使用するなど、色料の使用に顕著な差異が認められた。これまで、幕府提出図やその控図は、当然高価な色料が用いられたであろうと漠然と認識されていたのではなかろうか。しかし、今回の科学的調査で、藩御用絵師が清図にして献上した正保国絵図の控図と、藩からの提出は下図にすぎなかった天保国絵図の場合では、色料のグレードと使用箇所にかかなりの差異があったことが実証された。天保国絵図が懸紙修正図として提出するという方式であったことが、装飾性の少ない絵図の作成となったものと思われる。

② 「地下上申絵図」のうち、清図 D タイプの No.996 と清図 E タイプの No.872 から、ヒ素を含む緑色の顔料が検出された。尾形光琳や伊藤若冲の絵画、さらに武雄鍋島家でも使用された顔料に

も同様な成分が検出されている。科学的調査によって、こうした独特な顔料の検出データが蓄積されると、人的な交流関係や商業取引などから絵具の入手経路や流通を考える一つの資料となるであろう。

③ 「地下上申絵図」のうち、タイプⅠ（No.1212）の一里山と寺の図像、タイプⅢ（No.417）の川（川船の航路）の赤色には、Pb系の鉛丹が単独で使用されていることが明らかになった（写真4）。上記の2つの国絵図で用いられた赤色では、鉛丹の単独使用はなく、国絵図とは異なる彩色である。このような彩色方法の違いは、藩内用かあるいは幕府提出用かの違いによるものかもしれない。

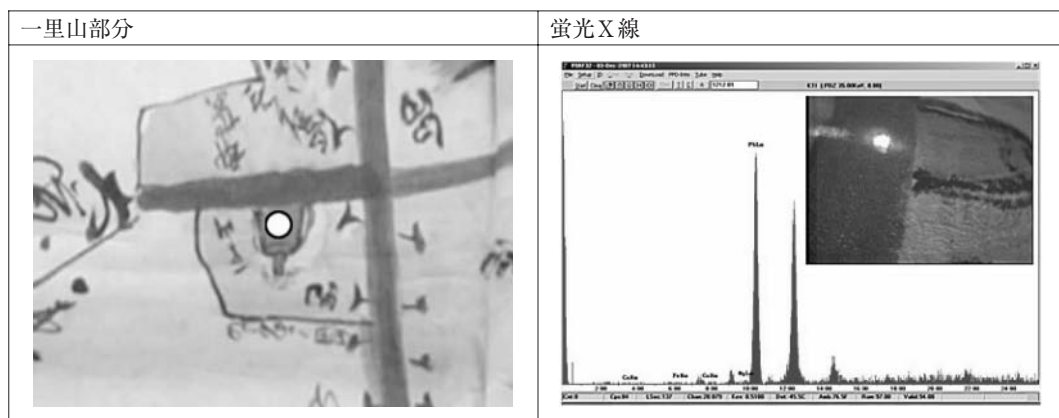


写真4 県庁伝来旧藩記録「地下上申絵図」1212の一里山部分の蛍光X線分析ポイントと分析結果

④ 「正保238図」の凡例（写真5）に示された郡別村形では、(A) 右から3つ目までが小判型の枠の色で支藩の支配関係を示し、(B) 残る8つは本藩の郡別村形で小判型の中を色別している。肉眼では(A)の小判型が白色系顔料で塗られているように見えたが、科学的調査では色料は検出されなかった。(A)小判型の枠の色と、(B)郡別色分けは、それぞれ固有の意味を持つ記号として、絵図上では組み合わせられて機能している。(A)小判型の枠の中を素地のまま残したことの意味、すなわち、あえて「素地のままに残す」⁽²⁸⁾という技法の意味を考える必要がある。



写真5 「正保238図」の凡例

〈28〉 山口県文書館所蔵絵図に使用された色料についての科学的調査（杉本・早川・吉田・村岡・小野寺）

絵図に対する科学的調査は、この山口県文書館を皮切りに、おなじく大藩である岡山大学附属図書館所蔵岡山藩池田家文庫、そして、幕府文庫を引き継いだ国立公文書館の国絵図について、事例を蓄積しつつある。

これらの調査結果の蓄積により、絵図について、従来から行われてきた内容分析とあわせ、新たな視点からの絵図像が構築されることが期待される。また、第1節でも言及されたように、絵図にとどまらず、ひろく同時代の絵画や文字表現分析にも適用しうる基礎的データともなりうるものと考えられる。

(村岡ゆかり、小野寺淳 茨城大学教育学部)

本論文は、科学研究費補助金・基盤（A）「地図史料学の構築—前近代地図データ集積・公開のために—」（課題番号18202015、2006–2008年度 代表・杉本史子）・同「『地図史料学の構築』の新展開—科学的調査・復元研究・データベース—」（課題番号21242018、2009–2011年度 代表・杉本史子）の研究成果の一部である。なお、本調査については、『東京大学史料編纂所研究報告2009-1 地図史料学の構築 第I部 研究概要、論文・研究報告、データベース概要』、及び『東京大学史料編纂所研究報告2009-1 地図史料学の構築 第II部 原本調査』（2010）も参照のこと。

注

- (1) 杉本史子「近世地図論序説——身分秩序と主体・行為・モノ」（『歴史学研究』841：2-、22、2008）
- (2) 早川泰弘「蛍光X線分析による地図資料の彩色材料調査」（『歴史学研究』841：29-34、42、2008）
吉田直人「可視反射分光スペクトル法による染料分析—近世絵図資料彩色調査への応用—」（『歴史学研究』841：35-42、2008）
- (3) 早川泰弘・佐野千絵・三浦定俊「ハンディ蛍光X線分析装置による高松塚古墳壁画の顔料調査」（保存科学43：63-77、2004）
- (4) 文化庁監修『国宝高松塚古墳壁画』（中央公論美術出版、2004）
- (5) 成瀬正和編著『正倉院宝物の素材』（日本の美術439、至文堂、2002）
- (6) 成瀬正和「正倉院宝物に用いられた無機顔料」（正倉院紀要第26号：13-60、2004）
- (7) 早川泰弘「蛍光X線分析による国宝吉祥天像の彩色材料調査結果」（保存科学47：27-36、2008）
- (8) 東京文化財研究所・奈良国立博物館編『国宝吉祥天像』（中央公論美術出版、2008）
- (9) 秋山光和、柳沢孝、田口栄一、田口マミ子「科学的方法による東洋絵画の材質・技法に関する研究」（『考古学・美術史学の自然科学的研究』日本学術振興会、古文化財編集委員会編：302-317、1980）
- (10) 早川泰弘、三浦定俊、四辻秀紀、徳川義崇、名兎耶明「国宝源氏物語絵巻にみられる彩色材料について」（保存科学41：1-14、2002）
- (11) 早川泰弘、佐野千絵、三浦定俊、内田篤呉「尾形光琳筆紅白梅図屏風の蛍光X線分析」（保存科学44：1-15、2005）
- (12) 早川泰弘、松島朝秀、三浦定俊「根津美術館所蔵燕子花図屏風のX線分析」（保存科学、45、157-166、2006）
- (13) 下山進、野田裕子、勝原伸也「光ファイバーを用いる三次元蛍光スペクトルによる日本古来の浮世絵版画に使用された着色料の非破壊同定」（分析化学47：93-100、1998）
- (14) Schreiner, M., Mantler, M., Weber, F., Ebner, R., Mairinger, F. 1992. A New Instruments for the Energy Dispersive X-ray Fluorescence Analysis of Objects of Art and Archaeology. Advances in X-ray

Analysis, 135:1157-1163.

- (15) Ferrero, J. L., Roldan. C., Ardid M., Navarro, E. 1999. X-ray Fluorescence Analysis of Yellow Pigments in Altarpieces by Valencian Artists of the 15 and 16 Centuries. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A422:868-873.
- (16) 徳丸克己『光化学の世界』(大日本図書、1993)
- (17) 吉岡常雄『天然染料の研究理論と実際染色法』(光村推古書院、1974)
- (18) 伊藤征司郎総編集『顔料の事典』(朝倉書店、2000)
- (19) 山崎一雄『古文化財の科学』(同朋舎、1987)
- (20) 馬淵久夫・杉下龍一郎・三輪嘉六・沢田正昭・三浦定俊編集『文化財科学の事典』(朝倉書店、2003)
- (21) 北野信彦・肥塚隆保「近世出土漆器に使用される石黄に関する基礎的調査(Ⅰ)」(文化財保存修復学会誌44:70-79、2000)
- (22) 北野信彦・肥塚隆保「近世出土漆器に使用される石黄に関する基礎的調査(Ⅱ)」(文化財保存修復学会誌45:118-127、2001)
- (23) 吉田直人・三浦定俊「紫外・可視反射スペクトル法による染料非破壊分析のための基礎研究—(Ⅰ)」(保存科学44:17-24、2005)
- (24) 佐々木良子・佐藤昌憲・肥塚隆保・河合貴之・前川善一郎・佐々木健「反射分光分析法による文化財染織品に用いられた天然染料の同定」(考古学と自然科学40-41:1-15、2000)
- (25) 加藤将彦・丹沢稜・平井昭司・早川泰弘・三浦定俊「武雄鍋島家所蔵皆春齋絵具の材質分析」(保存科学46:61-74、2007)
- (26) 早川泰弘「大倉文化財団普賢菩薩騎象像の表面彩色の蛍光X線分析」(MUSEUM、574:32-36、2001)
- (27) 早川泰弘・佐野千絵・三浦定俊・太田彩「伊藤若冲『動植綵絵』の彩色材料について」(保存科学46:51-60、2007)
- (28) 前掲(Ⅰ) 杉本史子(2008)